

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет»
Институт математики, физики, информатики и технологий

**Создание локальной сети учреждения, на примере МБОУ СОШ №52
города Екатеринбурга.**

Выпускная квалификационная работа

Выпускная квалификационная работа
допущена к защите
Зав. кафедрой

Исполнитель:
Косынкин Василий
Юрьевич,
обучающийся группы БЭ
51Z

подпись

Руководитель:
кандидат педагогических
наук доцент кафедры
ФиММ
Омельченко Сергей
Владимирович

Екатеринбург 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ЛОКАЛЬНЫЕ СЕТИ. СТРУКТУРА, ХАРАКТЕРИСТИКИ, ФУНКЦИИ.....	5
1.1 История развития вычислительных сетей.....	5
1.2 Что такое локальная вычислительная сеть.....	7
1.3 Общая структура организации локальных вычислительных сетей	8
1.4 Классификация локальных вычислительных сетей.....	10
1.5 Адресация в локальных вычислительных сетях	11
1.6 Топология локальных сетей	12
1.7 Методы доступа и протоколы передачи данных в локальных сетях	16
1.8 Методы доступа к каналам связи.....	18
1.9 Методы обмена данными в локальных сетях.....	19
1.10 Протоколы, интерфейсы, стеки протоколов	25
1.11 Коммуникационное оборудование вычислительных сетей	26
1.12 Доступ к сетевым ресурсам локальной вычислительной сети.....	29
1.13 Базовые технологии локальных сетей	32
ГЛАВА 2. ПОСТРОЕНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ УЧРЕЖДЕНИЯ, НА ПРИМЕРЕ МБОУ СОШ №52 ГОРОДА ЕКАТЕРИНБУРГА	36
2.1 Общая характеристика предприятия	36
2.2 Результаты исследования выбранной области автоматизации и информатизации прикладных процессов предприятия.....	37
2.3 Рекомендации по повышению эффективности автоматизации и информатизации прикладных процессов предприятия (организации).	38
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	50
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	51

ВВЕДЕНИЕ

Компьютерной сетью называют совокупность узлов (компьютеров, терминалов, периферийных устройств), имеющих возможность информационного взаимодействия друг с другом с помощью специального коммуникационного оборудования и программного обеспечения.

Размеры сетей варьируются в широких пределах - от пары соединенных между собой компьютеров, стоящих на соседних столах, до миллионов компьютеров, разбросанных по всему миру (часть из них может находиться на космических объектах).

По широте охвата принято деление сетей на несколько категорий: локальные вычислительные сети - ЛВС или LAN (Local-Area Network), позволяют объединять компьютеры, расположенные в ограниченном пространстве.

Для локальных сетей, как правило, прокладывается специализированная кабельная система, и положение возможных точек подключения абонентов ограничено этой кабельной системой. Иногда в локальных сетях используют беспроводную связь (Wireless), но при этом возможности перемещения абонентов сильно ограничены.

Локальные сети можно объединять в крупномасштабные образования: (Campus-Area Network) - кампусная сеть, объединяющая локальные сети близко расположенных зданий; MAN (Metropolitan-Area Network) - сеть городского масштаба;

WAN (Wide-Area Network) - широкомасштабная сеть; (Global-Area Network) - глобальная сеть

Сетью сетей в наше время называют глобальную сеть - Интернет.

Для более крупных сетей устанавливаются специальные проводные и беспроводные.

В современных организациях, как то учебные заведения, бизнес офисы,

магазины или административные здания для обеспечения более быстрой, удобной совместной работы принято использовать локальные вычислительные сети (ЛВС). Все вышесказанное определяет **актуальность темы** дипломной работы "Построение локальной сети учреждения, на примере МБОУ СОШ №52 города Екатеринбурга".

Объект: Проектирование локальной сети.

Предмет: Проектирование и организация школьной сети.

Целью дипломной работы: изучить и систематизировать теоретический материал, необходимый для построения ЛВС; организовать и настроить работу ЛВС в школе № 52 г. Екатеринбурга.

Для решения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

- Изучить теоретические основы ЛВС.
- Изучить программно-аппаратные средства.
- Изучить механизмы построения, работы ЛВС.
- Исследовать администрирование ЛВС.
- Рассмотреть механизмы обслуживания ЛВС в школе.

Дипломная работа состоит из двух глав: теоретическая и практическая. В первой главе рассмотрена основная теория локальных сетей, а именно:

Протоколы, способы передачи информации по сети, аппаратные средства передачи данных. Во второй главе рассмотрены следующие аспекты:

Общие цели информатизации школы, техническое задание директора школы, выбор операционной системы, выбор типа локальной сети, настройка сервера, удаленный доступ к компьютерам учеников, а также ограничение прав доступа к тем или иным ресурсам операционной системы.

ГЛАВА 1. Локальные сети. Структура, характеристики, функции

1.1 История развития вычислительных сетей

Необходимо отметить, что в настоящее время кроме компьютерных сетей применяются и терминальные сети. Следует различать компьютерные сети и терминальные сети. Терминальные сети строятся на других, чем компьютерные сети, принципах и на другой вычислительной технике. К терминальным сетям, например, относятся: сети банкоматов, кассы предварительной продажи билетов на различные виды транспорта и т.д.

Первые мощные компьютеры 50-годов, так называемые мэйнфреймы, были очень дорогими и предназначались только для пакетной обработки данных. Пакетная обработка данных самый эффективный режим использования процессора дорогостоящей вычислительной машины.

С появлением более дешевых процессоров начали развиваться интерактивные терминальные системы разделения времени на базе мэйнфреймов. Терминальные сети связывали мэйнфреймы с терминалами. Терминал - это устройство для взаимодействия с вычислительной машиной, которое состоит из средства ввода (например, клавиатуры) и средств вывода информации (например, дисплея).

Сами терминалы практически никакой обработки данных не осуществляли, а использовали возможности мощной и дорогой центральной ЭВМ. Эта организация работы называлась "режимом разделения времени", так как центральная ЭВМ последовательно во времени решала задачи множества пользователей. При этом совместно использовались дорогие вычислительные ресурсы.

Удаленные терминалы соединялись с компьютерами через телефонные сети с помощью модемов. Такие сети позволяли многочисленным пользователям получать удаленный доступ к разделяемым ресурсам мощных

ЭВМ. Затем мощные ЭВМ объединялись между собой, так появились глобальные вычислительные сети. Таким образом, сначала сети применялись для передачи цифровых данных между терминалом и большой вычислительной машиной. Первые ЛВС появились в начале 70-х годов, когда были выпущены мини-компьютеры. Мини-компьютеры были намного дешевле мэйнфреймов, что позволило использовать их в структурных подразделениях предприятий. Затем появилась необходимость обмена данными между машинами разных подразделений. Для этого многие предприятия стали соединять свои мини-компьютеры и разрабатывать программное обеспечение, необходимое для их взаимодействия. В результате появились первые ЛВС. Появление персональных компьютеров послужило стимулом для дальнейшего развития ЛВС. Они были достаточно дешевыми и являлись идеальными элементами для построения сетей. Развитию ЛВС способствовало появление стандартных технологий объединения компьютеров в сети: Ethernet, Arcnet, Token Ring. Появление качественных линий связи обеспечили достаточно высокую скорость передачи данных - 10 Мбит/с, тогда как глобальные сети, использовали только плохо приспособленные для передачи данных телефонные каналы связи, имели низкую скорость передачи - 1200 бит/с. Из-за такого различия в скоростях многие технологии, применяемые в ЛВС, были недоступны для использования в глобальных. В настоящее время сетевые технологии интенсивно развиваются, и разрыв между локальными и глобальными сетями сокращается во многом благодаря появлению высокоскоростных территориальных каналов связи, не уступающих по качеству кабельным системам ЛВС. Новые технологии сделали возможным передачу таких несвойственных ранее вычислительным сетям носителей информации, как голос, видеоизображения и рисунки. Сложность передачи мультимедийной информации по сети связана с ее чувствительностью к задержкам при передаче пакетов данных (задержки обычно приводят к искажению такой информации в конечных узлах связи). Но эта проблема решается и конвергенция телекоммуникационных сетей (радио, телефонных,

телевизионных и вычислительных сетей) открывает новые возможности для передачи данных, голоса и изображения по глобальным сетям Интернет.

1.2 Что такое локальная вычислительная сеть

Локальная вычислительная сеть (ЛВС, локальная сеть, сленг. локалка; англ. Local Area Network, LAN) - компьютерная сеть, покрывающая обычно относительно небольшую территорию или небольшую группу зданий (дом, офис, фирму, институт). Также существуют локальные сети, узлы которых разнесены географически на расстояния более 12 500 км (космические станции и орбитальные центры). Несмотря на такие расстояния, подобные сети всё равно относят к локальным.

Существует множество способов классификации сетей. Основным критерием классификации принято считать способ администрирования. То есть в зависимости от того, как организована сеть и как она управляется, её можно отнести к локальной, распределённой, городской или глобальной сети. Управляет сетью или её сегментом сетевой администратор. В случае сложных сетей их права и обязанности строго распределены, ведётся документация и журналирование действий команды администраторов.

Компьютеры могут соединяться между собой, используя различные среды доступа: медные проводники (витая пара), оптические проводники (оптические кабели) и через радиоканал (беспроводные технологии). Проводные связи устанавливаются через Ethernet, беспроводные - через Wi-Fi, Bluetooth, GPRS и прочие средства. Отдельная локальная вычислительная сеть может иметь связь с другими локальными сетями через шлюзы, а также быть частью глобальной вычислительной сети (например, Интернет) или иметь подключение к ней.

Чаще всего локальные сети построены на технологиях Ethernet или Wi-Fi. Следует отметить, что ранее использовались протоколы Frame Relay, Token ring, которые на сегодняшний день встречаются всё реже, их можно увидеть

лишь в специализированных лабораториях, учебных заведениях и службах. Для построения простой локальной сети используются маршрутизаторы, коммутаторы, точки беспроводного доступа, беспроводные маршрутизаторы, модемы и сетевые адаптеры. Реже используются преобразователи (конвертеры) среды, усилители сигнала (повторители разного рода) и специальные антенны.

Маршрутизация в локальных сетях используется примитивная, если она вообще необходима. Чаще всего это статическая либо динамическая маршрутизация (основанная на протоколе RIP).

Иногда в локальной сети организуются *рабочие группы* - формальное объединение нескольких компьютеров в группу с единым названием.

Сетевой администратор - человек, ответственный за работу локальной сети или её части. В его обязанности входит обеспечение и контроль физической связи, настройка активного оборудования, настройка общего доступа и предопределённого круга программ, обеспечивающих стабильную работу сети.

Технологии локальных сетей реализуют, как правило, функции только двух нижних уровней модели OSI - физического и канального. Функциональности этих уровней достаточно для доставки кадров в пределах стандартных топологий, которые поддерживают LAN: звезда (общая шина), кольцо и дерево. Однако из этого не следует, что компьютеры, связанные в локальную сеть, не поддерживают протоколы уровней, расположенных выше канального. Эти протоколы также устанавливаются и работают на узлах локальной сети, но выполняемые ими функции не относятся к технологии LAN.

1.3 Общая структура организации локальных вычислительных сетей

Из достаточно ярко выраженных иерархических уровней состоит структура ЛВС - уровня доступа и уровня распределения, а также - магистрали.

Основная магистраль и самый верхний уровень ЛВС - это корпоративная информационная сеть передачи данных, обеспечивающая взаимодействие всех

ресурсов.

Затем идут структурные фрагменты, которые можно выделить по какому-нибудь признаку - ЛВС здания, например. В основе - узлы ЛВС здания, которые объединяют с помощью кабельных соединений коммутаторы рабочих групп, что распределены по этажам этого здания. Вот так приблизительно выглядит уровень распределения.

А уровень доступа можно определить, если рассматривать ЛВС здания, состоящую из нескольких коммутаторов, которые подключены к магистрали и осуществляют доступ серверного оборудования и СВТ к сетевым информационным ресурсам. Обязательно надо отметить, что структура ЛВС находится в строгом соответствии с архитектурой построения сети и обеспечивает связь и доступность всех её узлов на всех уровнях. Поэтому проектные работы по построению активного оборудования ЛВС проводят единым циклом.

Структура ЛВС имеет несколько разновидностей. Различают такие виды структур:

- "звезда" - все элементы системы подключены к единому центральному узлу;
 - кольцо - все элементы ЛВС связаны друг с другом последовательно, по замкнутой цепи;
 - шина (передача информации осуществляется по коммуникационному пути, доступному всем устройствам)
- Эти виды структуры ЛВС являются базовыми, имеют ряд значительных недостатков и используются в небольших фирмах или зданиях.

Для крупных сетей применяется древовидная структура ЛВС.

Древовидная структура ЛВС содержит несколько иерархических уровней.

На самом высоком уровне находится главная транспортная магистраль ЛВС, с помощью которой взаимодействуют все элементы системы.

На следующем уровне - уровне распределения - расположены коммутаторы групп, выделенных по какому-либо признаку (например ЛВС

отдела, ЛВС этажа или здания). На нижнем уровне - уровне доступа - расположены устройства (коммутаторы), осуществляющие доступ серверов к ресурсам сети.

Структура ЛВС обязательно соответствует архитектуре сети и должна обеспечить взаимодействие и доступность всех узлов сети.

1.4 Классификация локальных вычислительных сетей

В настоящее время вопросам классификации ЛВС уделяется серьезное внимание. Это связано с тем, что современные вычислительные сети могут охватывать значительные территории, применяться для решения задач различной сложности и назначения, использовать различные среды и протоколы передачи данных. Таким образом, при проектировании локальной вычислительной сети, перед заказчиком и исполнителем встает вопрос об однозначности применяемой терминологии.

Признаков, по которым осуществляется классификация ЛВС, достаточно много. Ниже приводятся некоторые из них.

. По расстоянию между узлами (охвату географической территории). Различают местные (ограниченные зданием или группой зданий), территориальные или региональные (действующие в пределах ограниченной территории но охватывающие значительное географическое пространство - город, область, страну) и глобальные (связывающие узлы, находящиеся в различных регионах и точках мира)

2. Классификация ЛВС по способу управления подразделяет их на сети с выделенными серверами, одноранговые сети (все узлы сети равноправны) и терминальные (сети использующие т. н. сетевую концепцию построения, при которой оборудование конечного пользователя предоставляет только функции ввода-вывода, а все запросы на обработку и получение информации выполняет сетевое ядро).

. 3. Классификация ЛВС по топологии. Этот признак определяет

способы соединения узлов сети и обмена информацией между ними. Различают широковещательные, последовательностные и смешанные топологии. К широковещательным топологиям относят архитектуру "шина" или "магистраль" (все узлы присоединяются к магистральному кабельному сегменту, данные передаваемые одной станцией доступны для всех); "звезда" - каждая рабочая станция связана с центральным узлом отдельным каналом, центральный узел осуществляет трансляцию данных одного узла к остальным.

. К последовательностным топологиям относят архитектуру "кольцо" - каждый узел "слышит" только данные от двух соседних узлов. При необходимости осуществляет их дальнейшую трансляцию.

. По используемой физической среде.

. В настоящее время в этом способе классификации выделяют проводные кабельные сети, оптоволоконные кабельные сети и беспроводные сети.

5. По методу доступа. Различают случайные и детерминированные методы доступа рабочих станций к среде передачи данных. Наиболее известными из них являются метод множественного доступа с контролем несущей и обнаружением конфликтов (Carrier Sense Multiple Access /Collision Detection CSMA/CD), который регламентируется стандартом IEEE 802.3 (Ethernet) и метод передачи маркера - стандарт IEEE 802.5 (Token Ring).

1.5 Адресация в локальных вычислительных сетях

В локальных сетях, основанных на протоколе IPv4, могут использоваться специальные адреса, назначенные (стандарты RFC 1918 и RFC 1597)

- 10.0.0.0-10.255.255.255;
- 172.16.0.0-172.31.255.255;
- 192.168.0.0-192.168.255.255.

Такие адреса называют *частными, внутренними, локальными* или "*серыми*"; эти адреса не доступны из сети Интернет. Необходимость

использовать такие адреса возникла из-за того, что при разработке протокола IP не предусматривалось столь широкое его распространение, и постепенно адресов стало не хватать. Для решения этой проблемы был разработан протокол IPv6, однако он пока малопопулярен. В различных непересекающихся локальных сетях адреса могут повторяться, и это не является проблемой, так как доступ в другие сети происходит с применением технологий, подменяющих или скрывающих адрес внутреннего узла сети за её пределами - NAT или прокси дают возможность подключить ЛВС к глобальной сети (WAN). Для обеспечения связи локальных сетей с глобальными применяются маршрутизаторы (в роли шлюзов и файрволов).

Конфликт IP адресов - распространённая ситуация в локальной сети, при которой в одной IP-подсети оказываются два или более компьютеров с одинаковыми IP-адресами. Для предотвращения таких ситуаций и облегчения работы сетевых администраторов применяется протокол DHCP, позволяющий компьютерам автоматически получать IP-адрес и другие параметры, необходимые для работы в сети TCP/IP.

1.6 Топология локальных сетей

Все компьютеры в локальной сети соединены линиями связи. Геометрическое расположение линий связи относительно узлов сети и физическое подключение узлов к сети называется физической топологией. В зависимости от топологии различают сети: шинной, кольцевой, звездной, иерархической и произвольной структуры.

Различают физическую и логическую топологию. Логическая и физическая топологии сети независимы друг от друга. Физическая топология - это геометрия построения сети, а логическая топология определяет направления потоков данных между узлами сети и способы передачи данных.

В настоящее время в локальных сетях используются следующие физические топологии:

- физическая "шина" (bus);
- физическая "звезда" (star);
- физическое "кольцо" (ring);
- физическая "звезда" и логическое "кольцо" (Token Ring).

Шинная топология

Сети с шинной топологией используют линейный моноканал (коаксиальный кабель) передачи данных, на концах которого устанавливаются оконечные сопротивления (терминаторы). Каждый компьютер подключается к коаксиальному кабелю с помощью Т-разъема (Т - коннектор). Данные от передающего узла сети передаются по шине в обе стороны, отражаясь от оконечных терминаторов. Терминаторы предотвращают отражение сигналов, т.е. используются для гашения сигналов, которые достигают концов канала передачи данных. Таким образом, информация поступает на все узлы, но принимается только тем узлом, которому она предназначена. В топологии логическая шина среда передачи данных используются совместно и одновременно всеми ПК сети, а сигналы от ПК распространяются одновременно во все направления по среде передачи. Так как передача сигналов в топологии физическая шина является широковещательной, т.е. сигналы распространяются одновременно во все направления, то логическая топология данной локальной сети является логической шиной.

Данная топология применяется в локальных сетях с архитектурой Ethernet (классы 10Base-5 и 10Base-2 для толстого и тонкого коаксиального кабеля соответственно).

Преимущества сетей шинной топологии:

- отказ одного из узлов не влияет на работу сети в целом;
- сеть легко настраивать и конфигурировать;
- сеть устойчива к неисправностям отдельных узлов.

Недостатки сетей шинной топологии:

- разрыв кабеля может повлиять на работу всей сети;

- ограниченная длина кабеля и количество рабочих станций;
- трудно определить дефекты соединений

Топология типа "звезда"

В сети построенной по топологии типа "звезда" каждая рабочая станция подсоединяется кабелем (витой парой) к концентратору или хабу (**hub**). Концентратор обеспечивает параллельное соединение ПК и, таким образом, все компьютеры, подключенные к сети, могут общаться друг с другом.

Данные от передающей станции сети передаются через хаб по всем линиям связи всем ПК. Информация поступает на все рабочие станции, но принимается только теми станциями, которым она предназначена. Так как передача сигналов в топологии физическая звезда является широковещательной, т.е. сигналы от ПК распространяются одновременно во все направления, то логическая топология данной локальной сети является логической шиной.

Данная топология применяется в локальных сетях с архитектурой 10Base-T Ethernet.

Преимущества сетей топологии звезда:

- легко подключить новый ПК;
- имеется возможность централизованного управления;
- сеть устойчива к неисправностям отдельных ПК и к разрывам соединения отдельных ПК.

Недостатки сетей топологии звезда:

- отказ хаба влияет на работу всей сети;
- большой расход кабеля;

Топология "кольцо"

В сети с топологией кольцо все узлы соединены каналами связи в неразрывное кольцо (необязательно окружность), по которому передаются данные. Выход одного ПК соединяется со входом другого ПК. Начав движение из одной точки, данные, в конечном счете, попадают на его начало. Данные в

кольце всегда движутся в одном и том же направлении.

Принимающая рабочая станция распознает и получает только адресованное ей сообщение. В сети с топологией типа физическое кольцо используется маркерный доступ, который предоставляет станции право на использование кольца в определенном порядке. Логическая топология данной сети - логическое кольцо.

Данную сеть очень легко создавать и настраивать. К основному недостатку сетей топологии кольцо является то, что повреждение линии связи в одном месте или отказ ПК приводит к неработоспособности всей сети.

Как правило, в чистом виде топология "кольцо" не применяется из-за своей ненадёжности, поэтому на практике применяются различные модификации кольцевой топологии.

Топология Token Ring

Эта топология основана на топологии "физическое кольцо с подключением типа звезда". В данной топологии все рабочие станции подключаются к центральному концентратору (Token Ring) как в топологии физическая звезда. Центральный концентратор - это интеллектуальное устройство, которое с помощью перемычек обеспечивает последовательное соединение выхода одной станции со входом другой станции.

Другими словами с помощью концентратора каждая станция соединяется только с двумя другими станциями (предыдущей и последующей станциями). Таким образом, рабочие станции связаны петлей кабеля, по которой пакеты данных передаются от одной станции к другой и каждая станция ретранслирует эти посланные пакеты. В каждой рабочей станции имеется для этого приемопередающее устройство, которое позволяет управлять прохождением данных в сети. Физически такая сеть построена по типу топологии "звезда".

Концентратор создаёт первичное (основное) и резервное кольца. Если в основном кольце произойдёт обрыв, то его можно обойти, воспользовавшись резервным кольцом, так как используется четырёхжильный кабель. Отказ станции или обрыв линии связи рабочей станции не влечет за собой отказ сети

как в топологии кольцо, потому что концентратор отключет неисправную станцию и замкнет кольцо передачи данных.

В архитектуре Token Ring маркер передаётся от узла к узлу по логическому кольцу, созданному центральным концентратором. Такая маркерная передача осуществляется в фиксированном направлении (направление движения маркера и пакетов данных представлено на рисунке стрелками синего цвета). Станция, обладающая маркером, может отправить данные другой станции.

Для передачи данных рабочие станции должны сначала дожидаться прихода свободного маркера. В маркере содержится адрес станции, пославшей этот маркер, а также адрес той станции, которой он предназначается. После этого отправитель передает маркер следующей в сети станции для того, чтобы и та могла отправить свои данные.

Один из узлов сети (обычно для этого используется файл-сервер) создаёт маркер, который отправляется в кольцо сети. Такой узел выступает в качестве активного монитора, который следит за тем, чтобы маркер не был утерян или разрушен.

Преимущества сетей топологии Token Ring:

- топология обеспечивает равный доступ ко всем рабочим станциям;
- высокая надежность, так как сеть устойчива к неисправностям отдельных станций и к разрывам соединения отдельных станций.

Недостатки сетей топологии Token Ring: большой расход кабеля и соответственно дорогостоящая разводка линий связи.

1.7 Методы доступа и протоколы передачи данных в локальных сетях

В различных сетях применяются различные сетевые протоколы (протоколы передачи данных) для обмена данными между рабочими станциями.

В 1980 году в Международном институте инженеров по электротехнике и

радиоэлектронике (Institute of Electronics Engineers-IEEE) был организован комитет 802 по стандартизации локальных сетей. Комитет 802 разработал семейство стандартов IEEE802.х, которые содержат рекомендации по проектированию нижних уровней локальных сетей. Стандарты семейства IEEE802.х охватывают только два нижних уровня семиуровневой модели OSI - физический и канальный, так как именно эти уровни в наибольшей степени отражают специфику локальных сетей. Старшие же уровни, начиная с сетевого, в значительной степени имеют общие черты, как для локальных, так и глобальных сетей.

К наиболее распространенным методам доступа относятся: Ethernet, ArcNet и Token Ring, которые реализованы соответственно в стандартах IEEE802.3, IEEE802.4 и IEEE802.5. Кроме того, для локальных сетей, работающих на оптическом волокне, американским институтом по стандартизации ANSI был разработан стандарт FDDI, обеспечивающий скорость передачи данных 100 Мбит/с.

В этих стандартах канальный уровень разделяется на два подуровня, которые называются уровнями:

- управление логическим каналом (LCC - Logical Link Control)
- управление доступом к среде (MAC - Media Access Control)

Уровень управления доступом к среде передачи данных (MAC) появился, так как в локальных сетях используется разделяемая среда передачи данных. В современных локальных сетях получили распространение несколько протоколов уровня MAC, реализующих разные алгоритмы доступа к разделяемой среде. Эти протоколы полностью определяют специфику таких технологий локальных сетей, как Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, Token Ring, FDDI.

После того, как доступ к среде получен, ею может воспользоваться более высокий канальный уровень - уровень LCC, организующий передачу логических единиц данных, кадров информации, с различным уровнем качества транспортных услуг.

1.8 Методы доступа к каналам связи

В локальных сетях, использующих разделяемую среду передачи данных (например, локальные сети с топологией шина и физическая звезда), актуальным является доступ рабочих станций к этой среде, так как если два ПК начинают одновременно передавать данные, то в сети происходит столкновение.

Для того чтобы избежать этих столкновений необходим специальный механизм, способный решить эту проблему. Шинный арбитраж - это механизм призванный решить проблему столкновений. Он устанавливает правила, по которым рабочие станции определяют, когда среда свободна, и можно передавать данные. Существуют два метода шинного арбитража в локальных сетях: обнаружение столкновений и передача маркера.

Обнаружение столкновений.

Когда в локальных сетях работает метод обнаружения столкновений, компьютер сначала слушает, а потом передает. Если компьютер слышит, что передачу ведет кто-то другой, он должен подождать окончания передачи данных и затем предпринять повторную попытку.

В этой ситуации (два компьютера, передающие в одно и то же время) система обнаружения столкновений требует, чтобы передающий компьютер продолжал прослушивать канал и, обнаружив на нем чужие данные, прекращал передачу, пытаясь возобновить ее через небольшой (случайный) промежуток времени. Прослушивание канала до передачи называется "прослушивание несущей" (carrier sense), а прослушивание во время передачи - обнаружение столкновений (collision detection). Компьютер, поступающий таким образом, использует метод, называющийся "обнаружение столкновений с прослушиванием несущей", сокращенно CSCD.

Передача маркера в локальных сетях

Системы с передачей маркера работают иначе. Для того чтобы передать

данные, компьютер сначала должен получить разрешение. Это значит, он должен "поймать" циркулирующий в сети пакет данных специального вида, называемый маркером. Маркер перемещается по замкнутому кругу, минуя поочередно каждый сетевой компьютер.

Каждый раз, когда компьютер должен послать сообщение, он ловит и держит маркер у себя. Как только передача закончилась, он посылает новый маркер в путешествие дальше по сети. Такой подход дает гарантию, что любой компьютер рано или поздно получит право поймать и удерживать маркер до тех пор, пока его собственная передача не закончится.

1.9 Методы обмена данными в локальных сетях

Для управления обменом (управления доступом к сети, арбитражу сети) используются различные методы, особенности которых в значительной степени зависят от топологии сети.

Существует несколько групп методов доступа, основанных на временном разделении канала:

- централизованные и децентрализованные
- детерминированные и случайные

Централизованный доступ управляется из центра управления сетью, например от сервера. Децентрализованный метод доступа функционирует на основе протоколов без управляющих воздействий со стороны центра.

Детерминированный доступ обеспечивает каждой рабочей станции гарантированное время доступа (например, время доступа по расписанию) к среде передачи данных. Случайный доступ основан на равноправности всех станций сети и их возможности в любой момент обратиться к среде с целью передачи данных.

Централизованный доступ к моноканалу

В сетях с централизованным доступом используются два способа доступа: метод опроса и метод передачи полномочий. Эти методы

используются в сетях с явно выраженным центром управления.

Метод опроса.

Обмен данными в ЛВС с топологией звезда с активным центром (центральный сервером). При данной топологии все станции могут решить передавать информацию серверу одновременно. Центральный сервер может производить обмен только с одной рабочей станцией. Поэтому в любой момент надо выделить только одну станцию, ведущую передачу.

Центральный сервер посылает запросы по очереди всем станциям. Каждая рабочая станция, которая хочет передавать данные (первая из опрошенных), посылает ответ или же сразу начинает передачу. После окончания сеанса передачи центральный сервер продолжает опрос по кругу. Станции, в данном случае, имеют следующие приоритеты: максимальный приоритет у той из них, которая ближе расположена к последней станции, закончившей обмен.

Обмен данными в сети с топологией шина. В этой топологии, возможно, такое же централизованное управление, как и в "звезде". Один из узлов (центральный) посылает всем остальным запросы, выясняя, кто хочет передавать, и затем разрешает передачу тому из них, кто после окончания передачи сообщает об этом.

Метод передачи полномочий (передача маркера)

Маркер - служебный пакет определенного формата, в который клиенты могут помещать свои информационные пакеты. Последовательность передачи маркера по сети от одной рабочей станции к другой задается сервером. Рабочая станция получает полномочия на доступ к среде передачи данных при получении специального пакета-маркера. Данный метод доступа для сетей с шинной и звездной топологией обеспечивается протоколом ArcNet.

Децентрализованный доступ к моноканалу.

Рассмотрим децентрализованный детерминированный и случайный методы доступа к среде передачи данных. К децентрализованному детерминированному методу относится метод передачи маркера. Метод

передачи маркера использует пакет, называемый маркером. Маркер - это не имеющий адреса, свободно циркулирующий по сети пакет, он может быть свободным или занятым.

Обмен данными в сети с топологией кольцо (децентрализованный детерминированный метод доступа)

1. В данной сети применяется метод доступа "передача маркера". Алгоритм передачи следующий:

а) узел, желающий передать, ждет свободный маркер, получив который помечает его как занятый (изменяет соответствующие биты), добавляет к нему свой пакет и результат отправляет дальше в кольцо;

б) каждый узел, получивший такой маркер, принимает его, проверяет, ему ли адресован пакет;

в) если пакет адресован этому узлу, то узел устанавливает в маркере специально выделенный бит подтверждения и отправляет измененный маркер с пакетом дальше;

г) передававший узел получает обратно свою посылку, прошедшую через все кольцо, освобождает маркер (помечает его как свободный) и снова посылает маркер в сеть. При этом передававший узел знает, была ли получена его посылка или нет.

Для нормального функционирования данной сети необходимо, чтобы один из компьютеров или специальное устройство следило за тем, чтобы маркер не потерялся, а в случае пропажи маркера данный компьютер должен создать его и запустить в сеть.

Обмен данными в сети с топологией шина (децентрализованный случайный метод доступа)

В этом случае все узлы имеют равный доступ к сети и решение, когда можно передавать, принимается каждым узлом на месте, исходя из анализа состояния сети. Возникает конкуренция между узлами за захват сети, и, следовательно, возможны конфликты между ними, а также искажения передаваемых данных из-за наложения пакетов.

Рассмотрим наиболее часто применяющийся метод множественного доступа с контролем несущей и обнаружением коллизий (столкновений) (CSMA/CD). Суть алгоритма в следующем:

- узел, желающий передавать информацию, следит за состоянием сети, и как только она освободится, то начинает передачу;
- узел передает данные и одновременно контролирует состояние сети (контролем несущей и обнаружением коллизий). Если столкновений не обнаружилось, передача доводится до конца;
- если столкновение обнаружено, то узел усиливает его (передает еще некоторое время) для гарантии обнаружения всеми передающими узлами, а затем прекращает передачу. Также поступают и другие передававшие узлы;
- после прекращения неудачной попытки узел выдерживает случайно выбираемый промежуток времени t_{зад}, а затем повторяет свою попытку передать, при этом контролируя столкновения.

При повторном столкновении t_{зад} увеличивается. В конечном счете, один из узлов опережает другие узлы и успешно передает данные. Метод CSMA/CD часто называют методом состязаний. Этот метод для сетей с шиной топологией реализуется протоколом Ethernet.

Определение конфигурации сетей

Перед проектированием ЛВС необходимо определить цели создания сети, особенности ее организационного и технического использования:

- Какие проблемы предполагается решать при использовании ЛВС?
- Какие задачи планируется решать в будущем?
- Кто будет выполнять техническую поддержку и обслуживание ЛВС?
- Нужен ли доступ из ЛВС к глобальной сети?
- Какие требования предъявляются к секретности и безопасности информации?

Необходимо учитывать и другие проблемы, которые влияют на цели создания сетей и особенности ее организационного и технического

использования.

При построении сети конфигурация сети определяется требованиями, предъявляемыми к ней, а также финансовыми возможностями компании и базируется на существующих технологиях и на принятых во всем мире стандартах построения ЛВС.

Исходя из требований, в каждом отдельном случае выбирается топология сети, кабельная структура, протоколы и методы передачи данных, способы организации взаимодействия устройств, сетевая операционная система.

Эффективность функционирования ЛВС определяется параметрами, выбранными при конфигурировании сети:

- типом (одноранговая или с выделенным сервером);
- топологией;
- типом доступа к среде передачи данных;
- максимальной пропускной способностью сети;
- максимальным количеством рабочих станций;
- типом компьютеров в сети (однородные или неоднородные сети);
- максимальной допустимой протяженностью сети;
- максимальным допустимым удалением рабочих станций друг от друга;
- качеством и возможностями сетевой операционной системы;
- объемом и технологией использования информационного обеспечения (баз данных);
- средствами и методами защиты информации в сети;
- средствами и методами обеспечения отказоустойчивости ЛВС;

И другими параметрами, которые влияют на эффективность функционирования ЛВС.

Многослойная модель сети

- Весь комплекс программно-аппаратных средств сети может быть описан многослойной моделью, состоящей из слоев:
- компьютеры или компьютерные платформы;

- коммуникационное оборудование;
- операционные системы;
- сетевые приложения.

Компьютеры

В основе любой сети лежит аппаратный слой стандартизированных компьютерных платформ. В настоящее время широко используются компьютерные платформы различных классов - от персональных компьютеров до мэйнфреймов и суперЭВМ. Компьютеры подключаются к сети с помощью сетевой карты.

Коммуникационное оборудование

Ко второму слою относится коммуникационное оборудование, которое играет не менее важную роль, чем компьютеры. Коммуникационное оборудование сетей можно разделить на три группы:

- сетевые адаптеры (карты);
- сетевые кабели;
- промежуточное коммуникационное оборудование (трансиверы, повторители, концентраторы, коммутаторы, мосты, маршрутизаторы и шлюзы).

Операционные системы

Третьим слоем, образующим программную платформу сети, являются операционные системы. В зависимости от того, какие концепции управления локальными и распределенными ресурсами положены в основу сетевой ОС, зависит эффективность работы всей сети.

Сетевые приложения

Четвертый слой - это сетевые приложения. К сетевым приложениям относятся такие приложения как сетевые базы данных, почтовые приложения, системы автоматизации коллективной работы и т.д.

Техническое обеспечение вычислительных систем Рассмотрим более подробно аппаратные средства сетей - компьютеры. Архитектура компьютера включает в себя как структуру, отражающую аппаратный состав ПК, так и

программно - математическое обеспечение. Все компьютеры сетей можно разделить на два класса: серверы и рабочие станции.

Сервер (server) - это многопользовательский компьютер, выделенный для обработки запросов от всех рабочих станций. Это мощный компьютер или мэйнфрейм, предоставляющий рабочим станциям доступ к системным ресурсам и распределяющий эти ресурсы. Сервер имеет сетевую операционную систему, под управлением которой происходит совместная работа всей сети.

Основными требованиями, которые предъявляются к серверам, являются высокая производительность и надежность их работы. Серверы в больших сетях стали специализированными и, как правило, используются для управления сетевыми базами данных, организации электронной почты, управления многопользовательскими терминалами (принтерами, сканерами, плоттерами) и т.д.

Существует несколько типов серверов:

Файл-серверы. Управляют доступом пользователей к файлам и программам.

Принт-серверы. Управляют работой системных принтеров.

Серверы приложений. Серверы приложений - это работающий в сети мощный компьютер, имеющий прикладную программу, с которой могут работать клиенты. Приложения по запросам пользователей выполняются непосредственно на сервере, а на рабочую станцию передаются лишь результаты запроса.

Почтовые серверы. Данный сервер используется для организации электронной корреспонденции с электронными почтовыми ящиками.

Прокси-сервер. Это эффективное средство подключения локальных сетей к сети Интернет. Прокси-сервер - компьютер, постоянно подключенный к сети Интернет, через который происходит общение пользователей локальной сети с сетью Интернетом.

1.10 Протоколы, интерфейсы, стеки протоколов

Компьютерные сети, как правило, состоят из различного оборудования разных производителей, и без принятия всеми производителями общепринятых правил построения ПК и сетевого оборудования, обеспечить нормальное функционирование сетей было бы невозможно. То есть для обеспечения нормального взаимодействия этого оборудования в сетях необходим единый унифицированный стандарт, который определял бы алгоритм передачи информации в сетях. В современных вычислительных сетях роль такого стандарта выполняют сетевые протоколы.

В связи с тем, что описать единым протоколом взаимодействия между устройствами в сети не представляется возможным, то необходимо разделить процесс сетевого взаимодействия на ряд концептуальных уровней (модулей) и определить функции для каждого модуля и порядок их взаимодействия, применив метод декомпозиции.

Используется многоуровневый подход метода декомпозиции, в соответствии с которым множество модулей решающих частные задачи упорядочивают по уровням образующим иерархию, процесс сетевого взаимодействия можем представить в виде иерархически организованного множества модулей.

1.11 Коммуникационное оборудование вычислительных сетей

Сетевые адаптеры - это коммуникационное оборудование Сетевой адаптер (сетевая карта) - это устройство двунаправленного обмена данными между ПК и средой передачи данных вычислительной сети. Кроме организации обмена данными между ПК и вычислительной сетью, сетевой адаптер выполняет буферизацию (временное хранение данных) и функцию сопряжения компьютера с сетевым кабелем. Сетевыми адаптерами реализуются функции физического уровня, а функции канального уровня семиуровневой модели ISO реализуются сетевыми адаптерами и их драйверами.

Адаптеры снабжены собственным процессором и памятью. Карты классифицируются по типу порта, через который они соединяются с компьютером: ISA, PCI, USB. Наиболее распространенные из них - это сетевые карты PCI. Карта, как правило, устанавливается в слот расширения PCI, расположенный на материнской плате ПК, и подключается к сетевому кабелю разъемами типа: RJ-45 или BNC.

Сетевые карты можно разделить на два типа: адаптеры для клиентских компьютеров и адаптеры для серверов.

В зависимости от применяемой технологии вычислительных сетей Ethernet, Fast Ethernet или Gigabit Ethernet, сетевые карты обеспечивают скорость передачи данных: 10, 100 или 1000 Мбит/с.

Сетевые кабели вычислительных сетей

В качестве кабелей соединяющих отдельные ПК и коммуникационное оборудование в вычислительных сетях применяются: витая пара, коаксиальный кабель, оптический кабель, свойства которых изложены в разделе "Линии связи и каналы передачи данных

Промежуточное коммуникационное оборудование вычислительных сетей В качестве промежуточного коммуникационного оборудования применяются: трансиверы (transceivers), повторители (repeaters), концентраторы (hubs), коммутаторы (switches), мосты (bridges), маршрутизаторы (routers) и шлюзы (gateways).

Промежуточное коммуникационное оборудования вычислительных сетей используется для усиления и преобразования сигналов, для объединения ПК в физические сегменты, для разделения вычислительных сетей на подсети (логические сегменты) с целью увеличения производительности сети, а также для объединения подсетей (сегментов) и сетей в единую вычислительную сеть.

Физическая структуризация вычислительных сетей объединяет ПК в общую среду передачи данных, т.е. образует физические сегменты сети, но при этом не изменяет направление потоков данных. Физические сегменты упрощают подключение к сети большого числа ПК.

Логическая структуризация разделяет общую среду передачи данных на логические сегменты и тем самым устраняет столкновения (коллизии) данных в вычислительных сетях. Логические сегменты или подсети могут работать автономно и по мере необходимости компьютеры из разных сегментов могут обмениваться данными между собой. Протоколы управления в вычислительных сетях остаются теми же, какие применяются и в неразделяемых сетях.

Трансиверы и повторители обеспечивают усиление и преобразование сигналов в вычислительных сетях. Концентраторы и коммутаторы служат для объединения нескольких компьютеров в требуемую конфигурацию локальной вычислительной сети.

Концентраторы являются средством физической структуризации вычислительной сети, так как разбивают сеть на сегменты. Коммутаторы предназначены для логической структуризации вычислительной сети, так как разделяют общую среду передачи данных на логические сегменты и тем самым устраняют столкновения.

Для соединения подсетей (логических сегментов) и различных вычислительных сетей между собой в качестве межсетевого интерфейса применяются коммутаторы, мосты, маршрутизаторы и шлюзы.

Повторители - это аппаратные устройства, предназначенные для восстановления и усиления сигналов в вычислительных сетях с целью увеличения их длины.

Трансиверы или приемопередатчики - это аппаратные устройства, служащие для двунаправленной передачи между адаптером и сетевым кабелем или двумя сегментами кабеля. Основной функцией трансивера является усиление сигналов. Трансиверы применяются и в качестве конверторов для преобразование электрических сигналов в другие виды сигналов (оптические или радиосигналы) с целью использования других сред передачи информации.

Концентраторы - это аппаратные устройства множественного доступа, которые объединяют в одной точке отдельные физические отрезки кабеля, образуют общую среду передачи данных или физические сегменты сети.

Коммутаторы - это программно - аппаратные устройства, которые делят общую среду передачи данных на логические сегменты. Логический сегмент образуется путем объединения нескольких физических сегментов с помощью концентраторов. Каждый логический сегмент подключается к отдельному порту коммутатора.

Мосты - это программно - аппаратные устройства, которые обеспечивают соединение нескольких локальных сетей между собой или несколько частей одной и той же сети, работающих с разными протоколами. Мосты предназначены для логической структуризации сети или для соединения в основном идентичных сетей, имеющих некоторые физические различия. Мост изолирует трафик одной части сети от трафика другой части, повышая общую производительность передачи данных.

Маршрутизаторы. Это коммуникационное оборудование, которое обеспечивает выбор маршрута передачи данных между несколькими сетями, имеющими различную архитектуру или протоколы. Маршрутизаторы применяют только для связи однородных сетей и в разветвленных сетях, имеющих несколько параллельных маршрутов. Маршрутизаторами и программными модулями сетевой операционной системы реализуются функции сетевого уровня.

Шлюзы - это коммуникационное оборудование (например, компьютер), служащее для объединения разнородных сетей с различными протоколами обмена. Шлюзы полностью преобразовывают весь поток данных, включая коды, форматы, методы управления и т.д.

Коммуникационное оборудование: мосты, маршрутизаторы и шлюзы в локальной вычислительной сети - это, как правило, выделенные компьютеры со специальным программным обеспечением.

1.12 Доступ к сетевым ресурсам локальной вычислительной сети

Для работы в локальной сети служит системная папка Сетевое окружение, в которой отображаются все доступные ресурсы ЛВС.

Для отображения списка всех компьютеров, входящих в рабочую группу, необходимо щелкнуть мышью на пункте "Отобразить компьютеры рабочей группы" в командной панели "Сетевые задачи" окна "Сетевое окружение".

Дважды щелкнув мышью на значке любого из удаленных компьютеров в окне "Сетевое окружение", можно увидеть, какие его ресурсы доступны для работы. С этими удаленными ресурсами можно работать так же, как с файлами локальных дисков в программе Проводник.

Управление сетевым доступом к дискам, папкам, принтеру

Для того чтобы другие пользователи ЛВС могли обращаться к ресурсам вашего ПК, таким как принтер, логические диски, папки и файлы, необходимо открыть сетевой доступ к этим ресурсам и установить права пользователей для работы с каждым из этих ресурсов.

Доступ к дискам Можно открыть пользователям локальной сети доступ к дискам ПК, что позволяет им просматривать, редактировать и сохранять файлы на этих дисках. Чтобы открыть пользователям доступ к дисковым ресурсам вашего ПК, необходимо выполнить следующее:

Откройте системную папку "Мой компьютер" и выберите требуемый диск, например диск E.

Щелкните на значке диска правой кнопкой мыши и выберите из контекстного меню команду "Общий доступ и безопасность. "

В появившемся окне диалога "Свойства: Локальный диск (E)" установите переключатель в положение "Открыть общий доступ к этой папке". В текстовой строке "Общий ресурс" появится надпись "E"

Установите предельное число пользователей

Для выбора прав доступа к общему диску нажмите кнопку "Разрешение"

В открывшемся окне диалога "Разрешение для E" установите пользователей и права пользователей.

Доступ к папкам

Чтобы настроить сетевой доступ к какой-либо папке на жестком диске компьютера, необходимо выполнить:

Щелкните на значке требуемой папки правой кнопкой мыши и выберите из контекстного меню команду "Общий доступ и безопасность. "

Далее выполнить все действия аналогичные действиям при назначении общего доступа к диску.

Доступ к принтеру

Для того чтобы открыть пользователям ЛВС доступ к принтеру, который подключен к вашему ПК, необходимо выполнить следующее:

Выполните команду "Пуск" - "Настройка" - "Панель управления" - "Принтеры и факсы"

Щелкните на значке локального принтера, подключенного к этому компьютеру, правой кнопкой мыши и выберите из контекстного меню команду "Общий доступ"

На вкладке "Доступ" установите переключатель в положение "Общий доступ к данному принтеру "

Щелкните на кнопках "Применить" и "ОК" в окне, чтобы сохранить внесенные изменения.

Подключение сетевого принтера

Принтер, подключенный к одному из компьютеров локальной сети, можно использовать для распечатки документа с любого компьютера сети. Для этого компьютер локальной сети, к которому подключен принтер, должен разрешить доступ к принтеру другим пользователям сети, т.е. должен быть установлен режим "Общий доступ к данному принтеру".

Далее необходимо выполнить настройку ПК, с которого будет осуществляться распечатка документа:

Выполните команду "Пуск" - "Настройка" - "Панель управления" - "Принтеры и факсы"

Выберите команду "Файл" - "Установить принтер"

В появившемся окне "Мастер установки принтеров" нажмите на кнопке

"Далее"

В следующем окне выберите пункт "Сетевой принтеров или принтер, подключенный к другому компьютеру" и щелкните "Далее"

В следующем окне установите переключатель в положение "Обзор принтеров" и щелкните "Далее"

В предложенном списке принтеров, доступных для работы в локальной сети, выберите требуемый принтер и нажмите на кнопке "Далее"

В окне "Использовать этот принтер по умолчанию" установите переключатель в положение "Да".

1.13 Базовые технологии локальных сетей

Архитектуры или технологии локальных сетей можно разделить на два поколения. К первому поколению относятся архитектуры, обеспечивающие низкую и среднюю скорость передачи информации: Ethernet 10 Мбит/с), Token Ring (16 Мбит/с) и ARC net (2,5 Мбит/с).

Для передачи данных эти технологии используют кабели с медной жилой. Ко второму поколению технологий относятся современные высокоскоростные архитектуры: FDDI (100 Мбит/с), ATM (155 Мбит/с) и модернизированные версии архитектур первого поколения (Ethernet): Fast Ethernet (100 Мбит/с) и Gigabit Ethernet (1000 Мбит/с). Усовершенствованные варианты архитектур первого поколения рассчитаны как на применение кабелей с медными жилами, так и на волоконно-оптические линии передачи данных.

Новые технологии (FDDI и ATM) ориентированы на применение волоконно-оптических линий передачи данных и могут использоваться для одновременной передачи информации различных типов (видеоизображения, голоса и данных).

Сетевая технология - это минимальный набор стандартных протоколов и реализующих их программно-аппаратных средств, достаточный для построения

вычислительной сети. Сетевые технологии называют базовыми технологиями. В настоящее время насчитывается огромное количество сетей, имеющих различные уровни стандартизации, но широкое распространение получили такие известные технологии, как Ethernet, Token-Ring, Arcnet, FDDI.

Методы доступа к сети является методом множественного доступа с прослушиванием несущей и разрешением коллизий (конфликтов). Перед началом передачи каждая рабочая станция определяет, свободен канал или занят. Если канал свободен, станция начинает передачу данных. Реально конфликты приводят к снижению быстродействия сети только в том случае, когда работают 80-100 станций. Метод доступа **Arcnet**. Этот метод доступа получил широкое распространение в основном благодаря тому, что оборудование Arcnet дешевле, чем оборудование Ethernet или Token - Ring. Arcnet используется в локальных сетях с топологией "звезда". Один из компьютеров создает специальный маркер (специальное сообщение), который последовательно передается от одного компьютера к другому. Если станция должна передать сообщение, она, получив маркер, формирует пакет, дополненный адресами отправителя и назначения. Когда пакет доходит до станции назначения, сообщение "отцепляется" от маркера и передается станции.

Метод доступа **Token Ring**. Этот метод разработан фирмой IBM; он рассчитан на кольцевую топологию сети. Данный метод напоминает Arcnet, так как тоже использует маркер, передаваемый от одной станции к другой. В отличие от Arcnet при методе доступа Token Ring предусмотрена возможность назначать разные приоритеты разным рабочим станциям.

Базовые технологии ЛВС

Технология Ethernet сейчас наиболее популярна в мире. В классической сети Ethernet применяется стандартный коаксиальный кабель двух видов (толстый и тонкий). Однако все большее распространение получила версия Ethernet, использующая в качестве среды передачи витые пары, так как монтаж и обслуживание их гораздо проще. Применяются топологии типа "шина" и типа

"пассивная звезда". Стандарт определяет четыре основных типа среды передачи.

- BASE5 (толстый коаксиальный кабель);
- BASE2 (тонкий коаксиальный кабель);
- BASE-T (витая пара);

– BASE-F (оптоволоконный кабель). Ethernet - высокоскоростная разновидность сети Ethernet, обеспечивающая скорость передачи 100 Мбит/с. Сети Fast Ethernet совместимы с сетями, выполненными по стандарту Ethernet. Основная топология сети Fast Ethernet - пассивная звезда.

Стандарт определяет три типа среды передачи для Fast Ethernet:

- BASE-T4 (четверенная витая пара);
- BASE-TX (двояенная витая пара);
- BASE-FX (оптоволоконный кабель). Ethernet - высокоскоростная

разновидность сети Ethernet, обеспечивающая скорость передачи 1000 Мбит/с. Стандарт сети Gigabit Ethernet в настоящее время включает в себя следующие типы среды передачи:

- BASE-SX - сегмент на мультимодовом оптоволоконном кабеле с длиной волны светового сигнала 850 нм.
- BASE-LX - сегмент на мультимодовом и одномодовом оптоволоконном кабеле с длиной волны светового сигнала 1300 нм.
- BASE-CX - сегмент на электрическом кабеле (экранированная витая пара).
- BASE-T - сегмент на электрическом кабеле (четверенная неэкранированная витая пара).

В связи с тем, что сети совместимы, легко и просто соединять сегменты Ethernet, Fast Ethernet и Gigabit Ethernet в единую сеть.

Сеть Token-Ring предложена фирмой IBM. Token-Ring предназначалась для объединение в сеть всех типов компьютеров, выпускаемых IBM (от персональных до больших). Сеть Token-Ring имеет звездно-кольцевую

топологию.

Сеть Arcnet - это одна из старейших сетей. В качестве топологии сеть Arcnet использует "шину" и "пассивную звезду". Сеть Arcnet пользовалась большой популярностью. Среди основных достоинств сети Arcnet можно назвать высокую надежность, низкую стоимость адаптеров и гибкость. Основным недостатком сети является низкая скорость передачи информации (2,5 Мбит/с).

FDDI (Fiber Distributed Data Interface) - стандартизованная спецификация для сетевой архитектуры высокоскоростной передачи данных по оптоволоконным линиям. Скорость передачи - 100 Мбит/с.

Основные технические характеристики сети FDDI следующие:

- Максимальное количество абонентов сети - 1000.
- Максимальная протяженность кольца сети - 20 км
- Максимальное расстояние между абонентами сети - 2 км.
- Среда передачи - оптоволоконный кабель, тип доступа - маркерный.
- Скорость передачи информации - 100 Мбит/с.

ГЛАВА 2. ПОСТРОЕНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ УЧРЕЖДЕНИЯ, НА ПРИМЕРЕ МБОУ СОШ №52 ГОРОДА ЕКАТЕРИНБУРГА

2.1 Общая характеристика предприятия

Объектом прохождения преддипломной практики является Муниципальное бюджетное образовательное учреждение «Средняя общеобразовательная школа №52», оказывающая услуги по образованию на уровне начального, среднего и среднего полного образования.

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение «Средняя общеобразовательная школа №52» является муниципальным учреждением и руководствуется в своей деятельности действующим законодательством РФ, Гражданским Кодексом РФ, ФЗ «Об образовании» и Уставом.

Полное фирменное наименование организации: Муниципальное бюджетное образовательное учреждение «Средняя общеобразовательная школа №52».

Сокращенное фирменное наименование организации: МБОУ СОШ №52.

Учредители школы - Управление образования администрации Муниципального образования город Екатеринбург.

МБОУ СОШ №52 образовано 1 сентября 1943 года. Организация имеет расчетный счет в банке, круглую печать со своим наименованием, штампы, бланки и другие реквизиты.

Юридический адрес МБОУ СОШ №52: 620014 г. Екатеринбург, ул. Бисертская, 30.

В феврале 2011 года школа прошла лицензирование и аттестацию, была переаккредитована в январе 2011 года, имеет право осуществления образовательной деятельности по образовательным программам начального,

основного, среднего (полного) общего образования.

Материально – техническая база школы соответствует для организации общеобразовательного процесса в средней школе: оснащена учебной мебелью, техническими средствами обучения, оборудованием и компьютерной техникой (2 компьютерных класса оборудованы на 24 рабочими места, компьютер имеется на каждом рабочем месте учителя, 6 компьютеров в учительской, 1- у секретаря, 3- в библиотеке), видео- и аудиотехникой, имеет библиотеку с необходимыми фондами учебной, учебно-методической и справочной литературы, программным обеспечением. Имеет спортивный зал, учебные мастерские (для мальчиков и девочек), кабинет педагога-психолога, логопедический и медицинский кабинеты, столовая (на 100 посадочных мест).

2.2 Результаты исследования выбранной области автоматизации и информатизации прикладных процессов предприятия

В организации имеется 2 стационарных компьютерных класса (общее количество мест для учащихся – 24), 2 мобильных компьютерных класса с ноутбуками (на 13 учащихся каждый), 30 компьютеров на рабочих местах учителей, 10 компьютеров администрации школы, 6 компьютеров в учительской, 3 компьютера в библиотеке для доступа учащихся к сети Интернет.

Доступ в интернет осуществляется через 4-х портовый роутер в кабинете информатики по технологии стандарта «Ethernet».

Ethernet – самый распространенный стандарт локальных вычислительных сетей. Под Ethernet обычно понимают любой из вариантов этой технологии: Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet. Во всех стандартах Ethernet используется один и тот же метод разделения среды передачи данных – метод CSMA/CD – метод коллективного доступа с опознаванием несущей и обнаружением коллизий.

Из роутера один кабель идет на коммутатор для кабинетов на третьем

этаже здания, второй кабель на кабинет информатики, третий кабель на второй этаж в кабинет директора, в восьми портовый коммутатор. В кабинете директора к коммутатору подключены устройства второго и первого этажей здания. Сеть работает не устойчиво, на отдельных сегментах сети имеется больше пяти коммутаторов соединенных последовательно. Имеется система контентной фильтрации от провайдера связи, без возможности регулировки и настройки прав доступа.

Доступ к общим ресурсам настроен с помощью рабочей группы на компьютерах администрации.

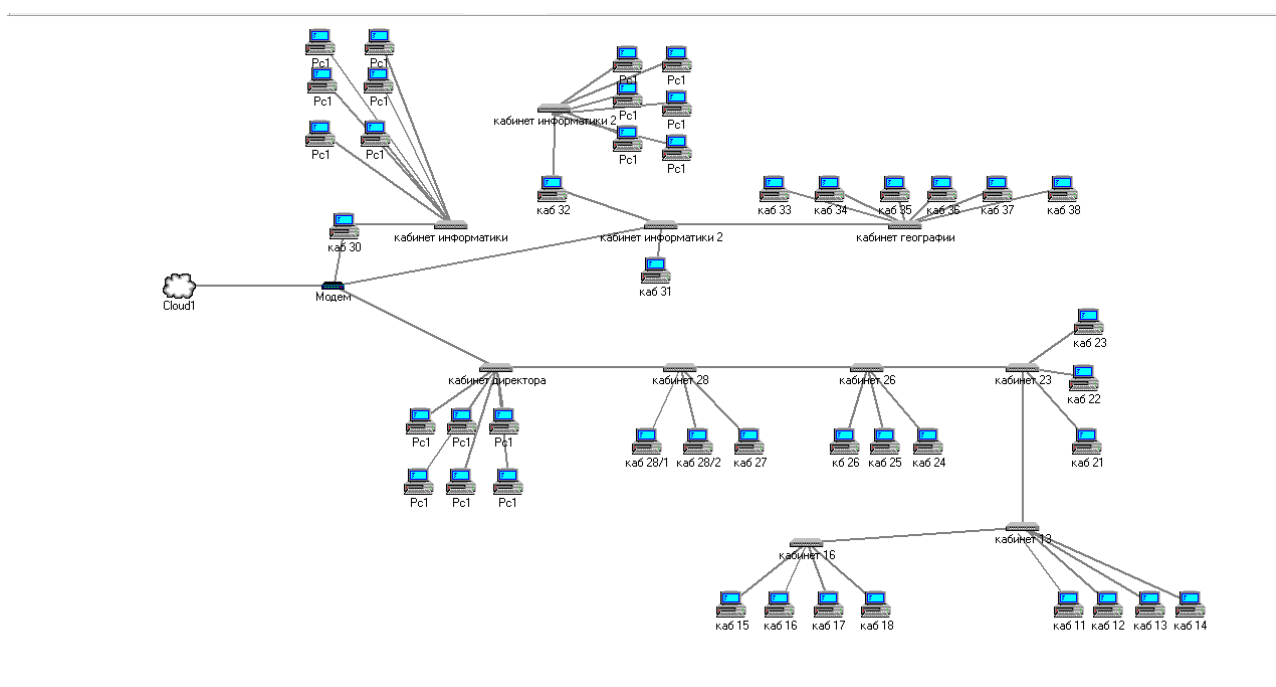


Рис 1. Локальная сеть МБОУ СОШ №52

2.3 Рекомендации по повышению эффективности автоматизации и информатизации прикладных процессов предприятия (организации).

В ходе прохождения практики передо мной была поставлена задача разработки плана и монтажа локальной сети, а также настройка рабочих станций и серверов.

На этапе проектирования новой локальной сети выяснилось что есть свободное помещение на втором этаже здания для размещения там серверной.

Не менее важным в проектировании локальной сети является и выбор кабельной подсистемы, так как надежная локальная сеть предусматривает надежные соединения. Все коммутации в сети должны быть выполнены качественно, по стандарту, без нарушения технологии.

Ответом на высокие требования к качеству кабельной системы стали структурированные кабельные системы, представляющие собой набор коммутационных элементов, а также методика их совместного использования, которая позволяет создавать регулярные, легко расширяемые структуры связей в вычислительных сетях.

Структурированная кабельная система строится иерархически, с главной магистралью и многочисленными ответвлениями от нее. Типичная иерархическая структура структурированной кабельной системы включает:

- горизонтальные подсистемы (в пределах этажа);
- вертикальные подсистемы (внутри здания);
- подсистему кампуса (в пределах одной территории с несколькими зданиями).

Использование структурированной кабельной системы вместо хаотически проложенных кабелей дает предприятию много преимуществ:

- универсальность;
- увеличение срока службы;
- уменьшение стоимости добавления новых пользователей и изменения их мест размещения;
- возможность легкого расширения сети;
- обеспечение более эффективного обслуживания;
- надежность.

Горизонтальная подсистема характеризуется большим количеством ответвлений кабеля, так как его нужно провести к каждой пользовательской

розетке. Поэтому к кабелю, используемому в горизонтальной проводке, предъявляются повышенные требования к удобству выполнения ответвлений, а так же удобству его прокладки в помещениях. При выборе кабеля принимаются во внимание следующие характеристики: полоса пропускания, расстояние, физическая защищенность, электромагнитная помехозащищенность, стоимость.

Горизонтальную подсистему, то есть этажную, можно разделить на три части:

- абонентская часть состоит из розеток RJ-45, соединенных патч-кордом;
- стационарная часть представляет собой патч-корд, который соединяет розетки со шкафчиком с сетевым оборудованием;
- коммутационная часть-это патч-корд между коммутатором и розетками на патч-панели.

Вертикальная подсистема, кабель, который соединяет этажи здания, должен передавать данные на большие расстояния и с большей скоростью по сравнению с кабелем горизонтальной подсистемы. Она состоит из более протяженных отрезков кабеля, количество ответвлений намного меньше, чем в горизонтальной подсистеме.

Работы начались со смены провайдера и проведения в серверную оптоволоконного кабеля. На складе организации выдали два компьютера для использования в качестве серверов. На первом было установлено программное обеспечение ИКС-сервер версии 5.1, этот сервер подключен к медиаконвертору с оптоволоконным кабелем и стал выполнять функции интернет шлюза.

Интернет-шлюз представляет собой аппаратно-программный комплекс для организации доступа сети Интернет из локальной сети организации.

На втором установлено Windows Server 2008 и настроено файловое хранилище для администрации школы.

В качестве топологии локальной сети была выбрана «Звезда», основным узел доступа был организован в серверной, к шлюзу был подключен не настраиваемый 24-х портовый коммутатор. От него проложены отдельные

провода в оба крыла здания и на каждый этаж. Количество последовательно соединенных коммутаторов на каждом сегменте сети не превышает четырех.

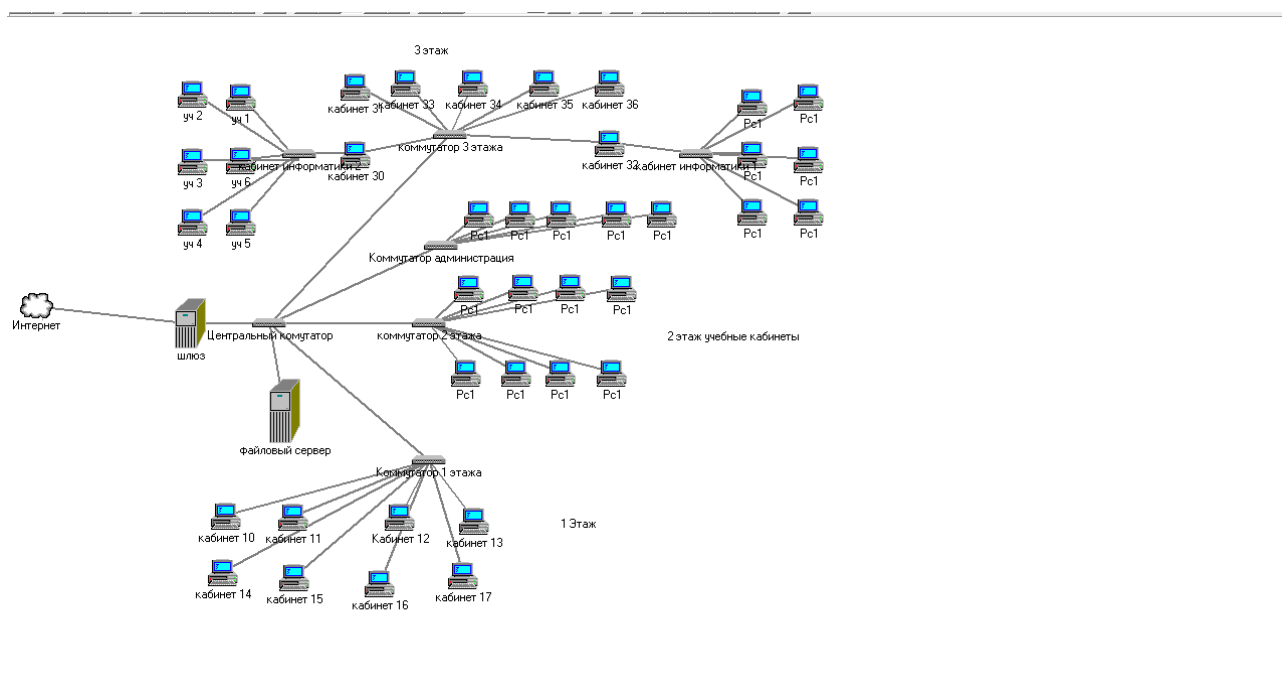


Рис 2. Предложенный вариант локальной сети

Настройка шлюза

В соответствии с требованиями федеральных законов 139-ФЗ и 436-ФЗ установлены строгие требования по защите детей от информации, которая может нанести вред их развитию. В обязанности школы входит обеспечение защиты внутришкольной сети от нежелательного контента. Контентная фильтрация от провайдера зачастую не обеспечивает действительно эффективной защиты, что может приводить к проблемам при проверках образовательного учреждения контролирующими органами. Оптимальным решением для обеспечения контентной фильтрации школ является установка программного контент фильтра.

При выборе оптимального решения, совместно с администрацией школы, выбрали ИКС-сервер ввиду следующих преимуществ :

- наличие профиля, специально разработанного для учебных заведений в соответствии 436-ФЗ РФ;
- готовый набор правил для школ;

- автоматическая контент-фильтрация по спискам Минюста и Роскомнадзора;
- контентная фильтрация в соответствии с ФЗ №139;
- возможность задания запрещающих и разрешающих правил системным администратором;
- подробные отчеты по использованию интернета школьниками (возможны варианты отчетов по конкретному пользователю, по посещенным сайтам, по объему трафика и прочее).
- мониторинг работы с уведомлениями.

После инсталлирования системы ИКС-сервер необходимо настроить сетевые интерфейсы внешней и внутренней сетей, для этого перейти во вкладку провайдеры и ввести настройки.

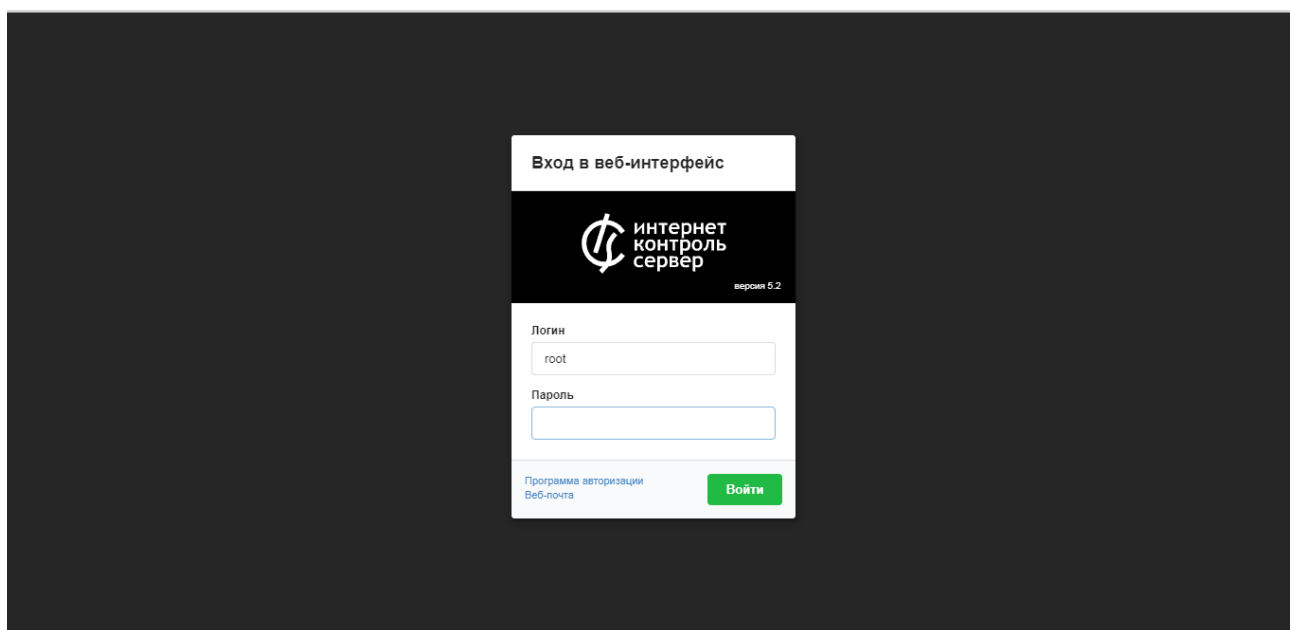


Рис 3. Окно авторизации

Настройка прав доступа и привязка IP адресов пользователей происходит через оснастку пользователи, здесь собраны правила доступа и контентной фильтрации для каждого отдельного пользователя, присутствует возможность включения и отключения правил к ресурсам и типам данных, в том числе и по времени.

<div> <div>Пользователи и статистика</div> <div>Пользователи</div> <div>Роли</div> <div>Наборы правил</div> <div>Категории трафика</div> <div>Монитор соединений</div> <div>Диапазоны адресов</div> <div>Отчеты</div> <div>Управление отчетами</div> </div>	МБОУ СОШ №52 > Пользователи		Администратор 11	
	Пользователи		Роли	
	<div> <div>Добавить</div> <div>Удалить</div> <div>Выключить</div> <div>Редактировать</div> <div>Импорт</div> <div>Мастер</div> </div>		<div> <div>Поиск...</div> </div>	
	Имя	Трафик в день	Трафик в неделю	Трафик в месяц
	Корневая группа	▼2.85Г ▲1.01Г	▼10.74Г ▲4.63Г	▼159.82Г ▲46.56Г
	WiFi сети	▼1.23Г ▲158.75M	▼3.45Г ▲387.95M	▼41.91Г ▲5.53Г
	Wi Fi библиотека	▼427.30M ▲38.18M	▼1.11Г ▲99.92M	▼19.00Г ▲1.69Г
	Wi Fi началька	▼9.27M ▲3.59M	▼246.57M ▲20.30M	▼3.02Г ▲591.80M
	Wi-Fi физика			
	WiFi учительская	▼832.00M ▲116.98M	▼2.10Г ▲267.71M	▼19.87Г ▲3.26Г
	Лингафонный кабинет	▼51.75M ▲3.28M	▼456.31M ▲258.60M	▼14.65Г ▲468.88M
	Администрация	▼969.90M ▲71.51M	▼4.75Г ▲285.42M	▼27.93Г ▲2.17Г
	Интернет кабинеты	▼307.17M ▲29.56M	▼522.86M ▲56.20M	▼30.58Г ▲5.17Г
	Сервера	▼19.45K ▲148.81K	▼38.21K ▲298.64K	▼165.25M ▲3.43M
	Учебные кабинеты	▼324.11M ▲779.38M	▼1.58Г ▲3.66Г	▼44.56Г ▲33.21Г
	rs0-138	▼103.66K ▲120.25K	▼307.96K ▲353.71K	▼3.19M ▲4.23M
	rs0-70			
	Администратор			
	Техспециалист			
51 пользователь		Статистика за: 19 декабря 2017 г.		

Рис 4. Экран пользователя

Пользователей можно группировать как IP-адресам, так и по группам правил, назначая политики доступа и правила фильтрации для целых групп пользователей.

Пользователи и статистика

Пользователи

Роли

Наборы правил

Категории трафика

Монитор соединений

Диапазоны адресов

Отчеты

Управление отчетами

МБОУ СОШ №52

Роли

Администратор

11

Пользователи

Роли

Добавить

Удалить

Редактировать

Поиск...

Администратор

Роль

Пользователь

Роль

Администратор группы

Роль

Учитель

Роль

Администрация

Роль

Сервер

Роль

Дети

Роль

Рис. 5 Пользователи сети

На сервере применяются следующие способы авторизации пользователей:

1) авторизация по логину и паролю в модуле «Прокси-сервер» Изделия. Для того, чтобы пользователь мог подключиться к прокси-серверу, необходимо, чтобы в его веб-браузере был указан ip-адрес внутреннего интерфейса Изделия («Локальная сеть») и порт 3128 (по умолчанию, данный порт может быть изменен в настройках модуля «Прокси-сервер»). Сама авторизация может осуществляться двумя методами: по логину и паролю пользователя (пользователь, сделавший HTTP-запрос, получает первоначально приглашение на ввод своего логина и пароля доступа, а после успешной идентификации – результат запроса) и через домен (пользователь, зарегистрированный на сервере Active Directory, автоматически авторизуется на прокси-сервере). Второй метод возможен лишь в том случае, когда программа присоединена к домену Active Directory. Следует отметить, что в обоих случаях пользователю будет доступен выход во внешнюю сеть только по протоколу HTTP. Внимание! При этой схеме авторизации у пользователя не будет работать ICQ, почта, клиент-банк и другие программы которые работают не по протоколу HTTP.

2) авторизация по ip-адресу. Применяется в том случае, когда пользователи локальной сети имеют статические ip-адреса либо динамические ip-адреса, регистрируемые с привязкой к mac-адресу. Для того, чтобы пользователь мог получить доступ во внешнюю сеть, достаточно добавить его ip-адрес во вкладке «Ip-адреса» индивидуального модуля пользователя. Пользователь получает доступ во внешнюю сеть по всем протоколам в соответствии с глобальными и индивидуальными политиками доступа. Ip-адрес довольно легко подделать. Злонамеренный пользователь может выдать себя за другого, просто поменяв сетевые настройки на своём компьютере. Для того, чтобы это предотвратить, воспользуйтесь функцией привязки к MAC-адресу.

3) авторизация посредством клиентской части Изделия xauth.exe. Применяется в том случае, когда пользователи сети имеют динамические переменные ip-адреса. Как и при авторизации по ip-адресу, пользователь получает полный доступ во внешнюю сеть при данном типе авторизации. Для

того, чтобы выполнить авторизацию, пользователю необходимо на своем компьютере запустить файл `hauth.exe` (применимо только для Windows-систем). Далее возможны два метода подключения: простая авторизация (пользователь получает приглашение на ввод своего логина и пароля) и авторизация через домен (пользователь, зарегистрированный на сервере Active Directory, автоматически авторизуется в программе). Второй метод возможен лишь в том случае, когда программа присоединена к домену Active Directory.

4) авторизация по MAC. Данный вид авторизации удобен, когда в сети используются динамические адреса, но в качестве DHCP-сервера выступает не ИКС. Для того, чтобы добавить пользователю mac-адрес, перейдите во вкладку IP-адреса и нажмите Добавить - MAC-адрес.

5) авторизация пользователей терминального сервера Для ИКС все пользователи, работающие через терминальный сервер неотличимы друг от друга по своим запросам в сети (в качестве источника выступает один и тот же ip-адрес терминального сервера). Таким образом, для того чтобы разделить статистику и настройки доступа, вам необходимо указать прокси-сервер в настройках браузера каждого из терминальных пользователей. Тогда каждый пользователь будет зарегистрирован под своим логином, и запросы, проходящие через прокси будут идентифицироваться отдельно для каждого из пользователей терминала.

Импорт пользователей возможен в четырех вариантах:

- из файла (источником служит файл формата TXT, в котором перечислены строки, содержащие параметры имя, логин, пароль, ipадрес),
- из домена (импортирует пользователей Active Directory, для того, чтобы данный импорт был возможен, необходимо присоединить программу к домену через модуль «Сетевое окружение»),
- из сети (сканирует каждую локальную сеть на предмет доступных ip-адресов из адресного пространства сети),
- из LDAP/AD (аналогичен импорту из домена, однако не требует постоянного присоединения к нему).

Чтобы импортировать пользователей, зайдите в модуль «Пользователи» и нажмите в правом верхнем углу на кнопку «Импорт». Откроется диалоговое окно, предлагающее выбрать, каким образом пользователи будут импортированы.

Фильтрация нежелательного контента собрана в двух вкладках – первая наборы правил. Для создания правила необходимо выбрать группу пользователей и создать правило: разрешающие либо запрещающие. В данной работе были созданы правила для ограничения доступа к социальным сетям, онлайн казино, настроено перенаправление запросов поисковых систем на «семейные» поисковые страницы, содержания страниц сканируется контент-фильтром.

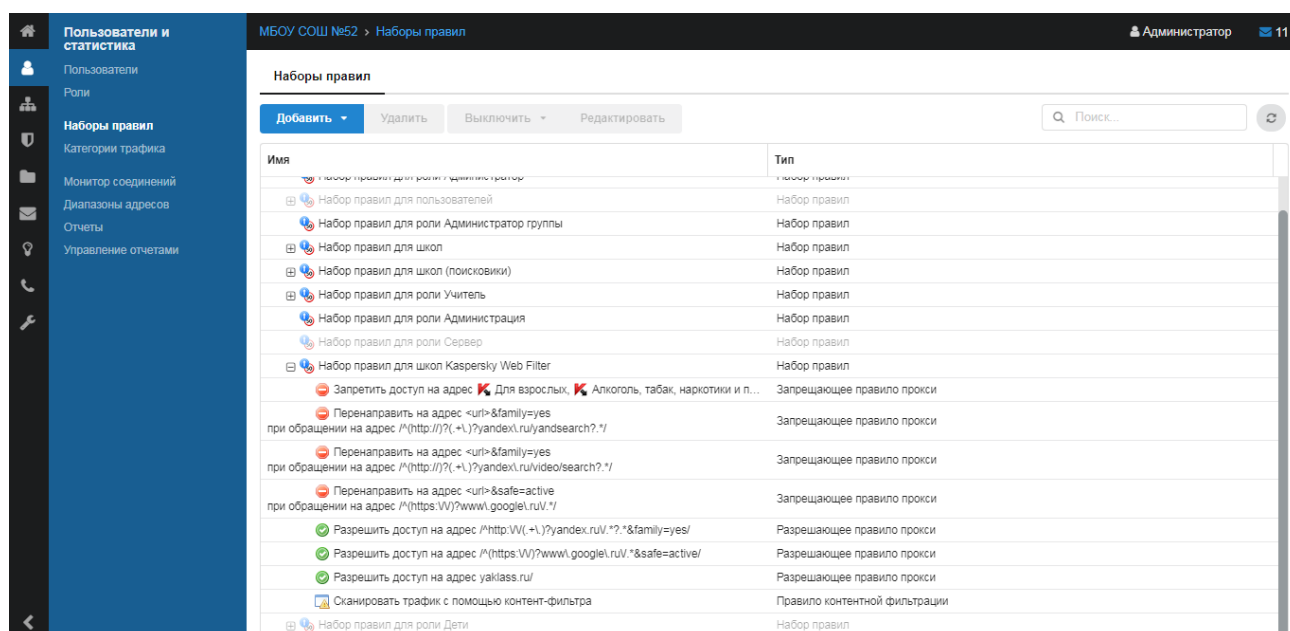


Рис 6. Выбор фильтра

Во вкладке "Правила и ограничения" пользователя или группы вы можете назначить следующие ограничения для пользователей:

1. запрещающие, разрешающие правила и исключения – контролируют доступ пользователя к ip-адресам, протоколам, time-типам и портам на уровне межсетевого экрана. Среди прочего, они позволяют заблокировать два протокола прикладного уровня при помощи layer7-фильтрации – это протоколы OSCAR (ICQ) и P2P (torrent).

2. запрещающие, разрешающие правила и исключения прокси – контролируют доступ пользователя к интернет-ресурсам по URL на уровне прокси-сервера;

3. ограничение скорости – изменяет скорость доступа к указанным ресурсам или к внешней или внутренней сети в целом;

4. выделение полосы пропускания – устанавливает минимальное значение скорости доступа к указанным ресурсам или к внешней или внутренней сети в целом;

5. квота – устанавливает максимальное значение полученного пользователем объема данных от указанного ресурса, по указанному протоколу (порту) или от внешней или внутренней сети в целом;

6. маршрут – устанавливает для пользователя индивидуальное направление потока передачи данных до указанного ресурса, по указанному протоколу (порту) или до внешней или внутренней сети в целом;

7. приоритет – присутствует только в глобальных правилах межсетевого экрана, позволяет установить очередность обработки потока передачи данных до указанного ресурса, по указанному протоколу (порту) или до внешней или внутренней сети в целом.

8. контроль DLP - добавляет правило, которое будет сканировать трафик пользователя в соответствии с настроенной базой отпечатков DLP.

9. правило контентной фильтрации - добавляет правило прокси, которое проверяет загружаемый html-код на совпадения с базой данных контент-фильтра.

10. ограничение количества соединений – создает правило межсетевого экрана, не позволяющее пользователю превышать указанное количество одновременных соединений к указанным ресурсам, протоколам и портам.

Вторая вкладка для ограничения нежелательной информации это контент-фильтр. Он позволяет просканировать весь пакет данных на наличие слов, внесенных в базу контент-фильтра и при большом количестве совпадений заблокировать доступ к запрашиваемому ресурсу, а пользователю вывести

сообщение о причинах блокировка контента.

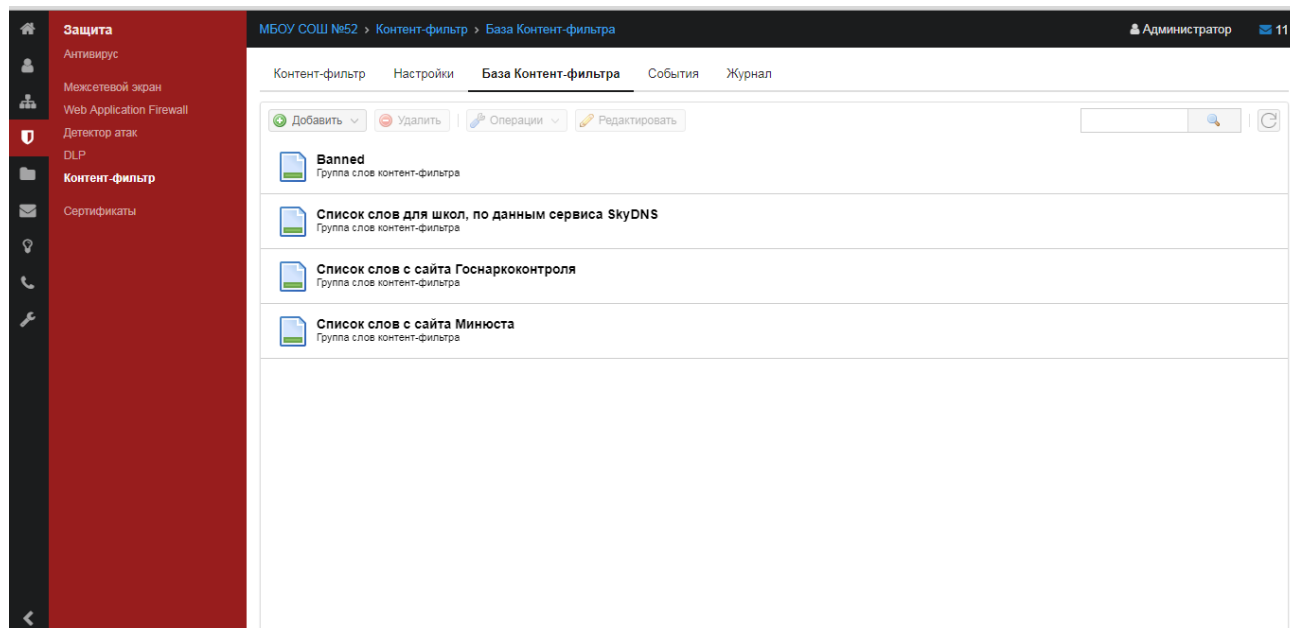


Рис. 7 Контент-фильтр

Создание новых списков возможно на вкладке «База Контент-фильтра», через которую осуществляется настройка и регулировка списков слов и ключевых фраз для срабатывания фильтра, для редактирования списка необходимо выбрать его и в выпадающем меню выбрать один из пунктов: «Редактировать», «Выключить», «Удалить». Для добавления ключевых слов к списку нужно выбрать пункт редактировать, откроется вкладка ввода ключевых слов, где слова можно добавлять, изменять или удалять. Пункт «Выключить» позволяет отключить выбранный список слов, от базы контент фильтра, и он не будет принимать участие в обработке входящей информации.

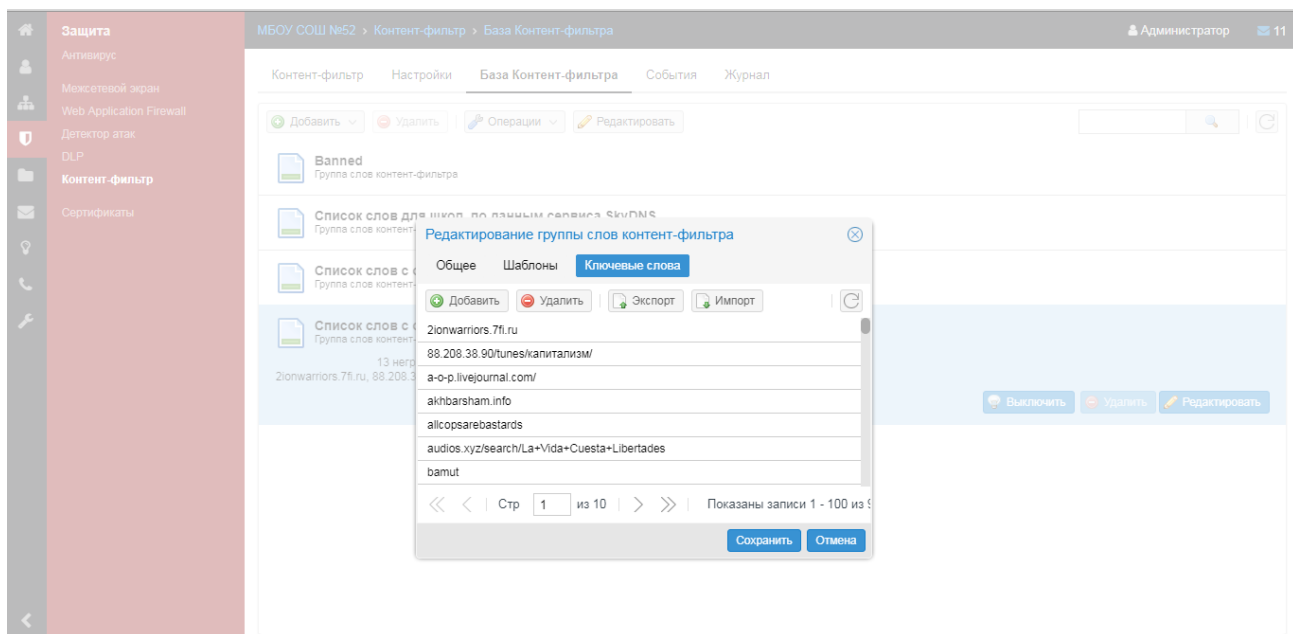


Рис. Редактирование контент-фильтра.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Локальные вычислительные сети в настоящее время получили широкое распространение в самых различных областях науки, техники и производства.

Особенно широко ЛВС применяются при разработке коллективных проектов, например сложных программных комплексов.

На базе ЛВС можно создавать системы автоматизированного проектирования. Это позволяет реализовывать новые технологии проектирования изделий машиностроения, радиоэлектроники и вычислительной техники.

В условиях развития рыночной экономики появляется возможность создавать конкурентоспособную продукцию, быстро модернизировать ее, обеспечивая реализацию экономической стратегии предприятия.

ЛВС позволяют также реализовывать новые информационные технологии в системах организационно-экономического управления. Использование сетевых технологий значительно облегчает и ускоряет работу персонала, позволяет использовать единые базы данных, а также регулярно и оперативно их пополнять и обрабатывать.

Выбор типа сети, способа соединения компьютеров в сеть зависят как от технических так и, что не маловажно, от финансовых возможностей тех, кто ее создает.

Итак, в дипломной работе решены, поставленные задачи, а именно:

- Изучен теоретический материал по локальным сетям
- Построена локальная сеть в школе
- Настроен удаленный доступ для доступа к компьютерам учеников
- Настроен файловый, и интернет сервер с *контент-фильтром*.

Данная дипломная работа поможет учителю информатике организовать локальную сеть в школе, т. к вся необходимая информация представлена в данной дипломной работе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андерсон Криста , Минаси Марк Локальные сети; Корона-Принт, Энтроп, Век + - Москва, 2013. - 624 с.
2. Астахова, И.Ф. Компьютерные науки. Деревья, операционные системы, сети / И.Ф. Астахова, И.К. Астанин и др. - М.: Физматлит, 2013. - 88 с.
3. Баринов, В.В. Компьютерные сети: Учебник / В.В. Баринов, И.В. Баринов, А.В. Пролетарский. - М.: Academia, 2018. - 192 с.
4. Ботт Эд , Зихерт Карл Локальные сети и безопасность Microsoft Windows XP. Inside Out (+ CD-ROM); Эком - Москва, 2010. - 944 с.
5. Бройдо В. Л., Ильина О. П. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации; Книга по Требованию - Москва, 2011. - 560 с.
6. Ги, К. Введение в локальные вычислительные сети; М.: Радио и связь - Москва, 2011. - 176 с.
7. Гольдштейн Б. С. Протоколы сети доступа. Том 2; БХВ-Петербург - Москва, 2009. - 288 с.
8. Епанешников А. М., Епанешников В. А. Локальные вычислительные сети; Диалог-МИФИ - , 2013. - 224 с.
9. Колбин Р. В. Глобальные и локальные сети. Создание, настройка и использование; Бином. Лаборатория знаний - Москва, 2011. - 815 с.
10. Компьютерные сети: учеб. курс. 2-е изд. (+CD-ROM). — MicrosoftPress, Русская редакция, 1998.
11. Кузьменко, Н.Г. Компьютерные сети и сетевые технологии / Н.Г. Кузьменко. - СПб.: Наука и техника, 2013. - 368 с.
12. Куроуз, Д. Компьютерные сети. Нисходящий подход / Д. Куроуз, К. Росс. - М.: Эксмо, 2016. - 912 с.
13. Луганцев, Л.Д. Компьютерные сети / Л.Д. Луганцев. - М.: МГУИЭ, 2001. - 452 с.
14. Максимов, Н.В. Компьютерные сети: Учебное пособие / Н.В. Максимов, И.И. Попов. - М.: Форум, 2017. - 320 с.

15. Мелехин В. Ф., Павловский Е. Г. Вычислительные системы и сети; Академия - Москва, 2013. - 208 с.
16. Новожилов, Е.О. Компьютерные сети. Учебное пособие / Е.О. Новожилов. - М.: Academia, 2016. - 288 с.
17. Олифер В., Олифер Н. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы; Питер - Москва, 2013. - 944 с.
18. Поляк-Брагинский, А.В. Локальные сети: модернизация и поиск неисправностей; БХВ-Петербург - Москва, 2012 - 640 с.
19. Прончев Г. Б., Бухтиярова И. Н., Брутов В. В., Фесенко В. В. Компьютерные коммуникации. Простейшие вычислительные сети; КДУ - Москва, 2009. - 332 с.
20. Пятибратов, А.П.; Гудыно, Л.П.; Кириченко, А.А. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации; М.: Финансы и статистика - , 2011. - 400 с.
21. Стандарты по локальным вычислительным сетям: Справочник / В. К. Щербо, В. М. Киреичев, С. И. Самойленко; под ред. С. И. Самойленко. — М.: Радио и связь, 1990.
22. Столлингс Вильям Компьютерные сети, протоколы и технологии Интернета; БХВ-Петербург - Москва, 2011. - 832 с.
23. Таненбаум, Э. Компьютерные сети / Э. Таненбаум. - СПб.: Питер, 2019. - 960 с.
24. Фролов, А.В.; Фролов, Г.В. Локальные сети персональных компьютеров. Работа с сервером vell NetWare; Диалог-Мифи - Москва, 2013. - 168 с.
25. Хандадашева Л. Н., Истомина И. Г. Программное обеспечение. Вычислительные сети; МарТ - Москва, **2009**. - 320 с.
26. Чекмарев Ю. В. Вычислительные системы, сети и коммуникации; ДМК Пресс - Москва, 2009. - 184 с.
27. Чекмарев Ю. В. Локальные вычислительные сети; ДМК Пресс - Москва, 2009. - 200 с.